JAXA's

025［ジャクサス］

宇宙航空研究開発機構機関誌

JAXAのISS搭乗
宇宙飛行士候補者が決定

速報！ STS-119ミッション
若田光一宇宙飛行士
日本人初のISS長期滞在スタート

世界初！「きく8号」を用いた
深海探査機の遠隔制御実験に成功

025 宇宙航空研究開発機構機関誌

Apr.2009

contents

特集 ……3
国際宇宙ステーション長期滞在
速報！STS-119ミッション
若田光一宇宙飛行士
日本人初の
ISS長期滞在スタート

1. 国際宇宙ステーションに長期滞在する ……4
若田光一宇宙飛行士の健康管理
立花正一
有人宇宙環境利用ミッション本部 有人宇宙技術部
宇宙飛行士健康管理グループ長

2. 月面や火星での活動も視野に入れた ……6
宇宙医学生物学研究室の取り組み
向井千秋
有人宇宙環境利用ミッション本部 有人宇宙技術部
宇宙医学生物学研究室長

3. 国際宇宙ステーション運用の担い手をめざす ……8
JAXAの宇宙飛行士候補者が決定

「いぶき」打ち上げ ……10
ロケットに“同乗”した
7機の小型衛星より

世界初！ ……12
「きく8号」を用いた
深海探査機の
遠隔制御実験に成功
吉田弘
海洋研究開発機構 海洋工学センター先端技術研究プログラム
巡航探査機技術研究グループ・サブリーダー

無人機・未来型航空機チームが ……14
取り組む
「災害監視無人機システム」と
「未来型航空機システム」の
技術
佐々修一
航空プログラムグループ
無人機・未来型航空機チーム長

月周回衛星「かぐや」の ……16
レーザ高度計が取得した
月の全球地形図

宇宙広報レポート ……17
世界の夜空を楽しむ星座カメラネットワーク
「i-CAN」
阪本成一 宇宙科学研究本部対外協力室教授

JAXA最前線 ……18

小惑星「イトカワ」に付けられた地名が ……20
国際天文学連合（IAU）で正式承認
JAXA各事業所が
科学技術週間に合わせて一般公開

表紙：国際宇宙ステーション搭乗宇宙飛行士候補者に決まった油井亀美也（ゆいきみや、左）、大西卓哉（おおにしたくや、右）の2人（2009年2月25日、JAXA東京事務所）

INTRODUCTION

若田光一宇宙飛行士が搭乗したスペースシャトル「ディスカバリー号」が、当初の予定より約1か月遅れの3月16日（日本時間）に打ち上がりました。打ち上げ3日目に国際宇宙ステーションとドッキングし、日本人として初の約3か月にわたる長期滞在が始まっています。さっそく軌道上実験を行ったり、そしてロボットアームを操作してS6トラスの組み立てに参画するなど、今こうしている間にもめざましい活躍を続けています。本号は、この「長期滞在」を特集で取り上げました。表紙には、将来の長期滞在をめざす、若き宇宙飛行士候補者2名の晴れやかな笑顔とガッツポーズ。彼らが抱負を語った記者会見の様子も紹介しています。若田宇宙飛行士の健康管理を担当する立花正一グループ長にも話を聞きました。その先の将来を見据えた宇宙医学生物学研究室の取り組みも興味深く読めるはずです。JAXAだけでなく、「いぶき」と共に宇宙に飛んだ7機の小型衛星の担当者の方々や、きく8号のアンテナを深海探査機の遠隔制御に活用した海洋研究開発機構へも取材しました。おりしも季節は春を迎え、現在進行形で着々と花開いていく宇宙開発の進展を肌で感じとっていただければ幸いです。

特集
国際宇宙ステーション長期滞在

上／国際宇宙ステーションとのドッキング後、「ハーモニー」（第2結合部）に入室する若田宇宙飛行士らSTS-119クルー（飛行3日目、NASA提供）
下／ディスカバリー号のミッドデッキで作業をする若田宇宙飛行士（飛行2日目、NASA提供）

若田光一宇宙飛行士らが搭乗したスペースシャトル「ディスカバリー号」（STS-119ミッション）は、2009年3月16日8時43分（日本時間、以下同）に米国フロリダ州のケネディ宇宙センターから打ち上げられ、飛行3日目となる3月18日6時20分、国際宇宙ステーション（ISS）にドッキングしました。

ISSに入室した若田宇宙飛行士は、第18次長期滞在クルーとして昨年11月から4か月間滞在していたサンドラ・マグナス宇宙飛行士と交代し、同日11時頃から日本人初となる長期滞在をスタートさせました。

若田宇宙飛行士は今後、約3か月間にわたり第18次／第19次長期滞在クルーのフライトエンジニアとして宇宙に滞在し、軌道上でのさまざまな科学実験を行うほか、次のSTS-127ミッションでスペースシャトル「エンデバー号」によって運ばれる、「きぼう」日本実験棟の「船外実験プラットフォーム」と「船外パレット」をISSに取り付け、「きぼう」を完成させる予定です。

若田宇宙飛行士はその後、STS-127ミッションの搭乗員と共に「エンデバー号」で地球に帰還します。

速報！STS-119ミッション
若田光一宇宙飛行士 日本人初のISS長期滞在スタート

スペースシャトル「ディスカバリー号」の打ち上げ（2009年3月16日、NASA提供）

国際宇宙ステーションに長期滞在する

若田光一宇宙飛行士の健康管理

ディスカバリー号への
搭乗準備を行う
若田宇宙飛行士
（NASA提供）

日本人として初めて国際宇宙ステーションに長期滞在する若田光一宇宙飛行士は、3か月以上の長い期間、高度400kmの宇宙空間で過ごします。この長期滞在中の若田宇宙飛行士の健康管理を担当する有人宇宙技術部 宇宙飛行士健康管理グループの立花正一グループ長に、JAXAのサポート体制について話を聞きました。

1日2・5時間運動して筋骨の減少を防ぐ

―若田光一宇宙飛行士の長期滞在についてお話を伺いたいと思います。長期間宇宙で暮らした場合、宇宙飛行士の身体にはどういった変化が現れるのでしょうか。

立花 短期飛行の際に問題となる宇宙酔いや体液シフトなどは、数日で解決することがわかっています。長期滞在になると、下半身の骨とか筋肉の減少、地球から隔離された閉ざされた空間に長く滞在することからくる精神心理的なストレス、そして宇宙放射線が問題になってきます。

―これらについて、国際宇宙ステーション（ISS）ではどういった対策が取られているのですか。

立花 筋骨の減少に関しては運動です。トレッドミル、エルゴメーター、抵抗運動器の3つの運動機器があり、これらを組み合わせて、1日2・5時間運動することになっています。精神心理的ストレスに対しては、2週間に1度、地上の精神心理の専門家との面接があり、定期的なチェックが行われています。ストレス解消のためのいろいろなサポートもしています。一番大きいのは家族と宇宙飛行士との交信です。最近はインターネットを介して自宅にいる家族とも頻繁に交信できるようになっています。放射線に関しては、太陽活動が活発になって放射線が多い時などは、ISSの中でも遮蔽の厚いところへ一時的に避難させるようなことを行っています。

NASAやロシアを参考にサポート体制づくり

―日本人としては若田宇宙飛行士が初めての長期滞在になるわけですが、JAXAとしてはどのような準備をしてきたのでしょうか。

立花 NASAやロシアの情報を参考に、JAXAとして長期滞在に向けたサポート体制をつくりました。若田宇宙飛行士に対しては特にトレーニングについてしっかりアドバイスしています。宇宙に行くと、体力、特に下半身の筋力がある程度落ちることがわかっていますので、落ちる分を見込んでしっかり運動をしてもらっています。精神心理的な面については、いろいろ話し合って、長期滞在に伴うストレスにはこういうものがあるということを理解してもらっています。放射線に関しては、これまではNASAに頼っていましたが、今回からは筑波宇宙センターに宇宙天気予報も含めて放射線環境を独自にモニターするシステムをつくりました。

―事前の健康診断なども、短期の飛行とは異なるのでしょうね。

立花 ミッションが決まると、打ち上げの1年前からメディカルチェックを始めます。体力検査と一般的な医学検査、精神心理的な評価です。半年前にも同じようなチェックを行います。次は1か月前ですが、検査項目は一番多くなります。ここできちんと調べて問題がなければ、いよいよ長期滞在に行けるということになるわけです。こうした打ち上げ前のデータ

有人宇宙環境利用ミッション本部
有人宇宙技術部
宇宙飛行士健康管理グループ長
立花正一

アストロバンに乗り込むSTS-119クルー。左端が若田宇宙飛行士（NASA提供）

を見ながら、ＩＳＳにいる若田宇宙飛行士の健康管理をしていきます。

――ＩＳＳ上の若田宇宙飛行士の健康状態について、どのようなデータが送られてくるのでしょうか。

立花　1か月に1度、心電図、血圧、尿、そして体力のデータが送られてきます。また、2か月に1度、血液を採取し、自動分析器で分析した結果が送られてきます。放射線に関してはＩＳＳ内に取り付けているモニターで管理しています。

一番多い病気は風邪　週1回の遠隔問診などで対応

――ＩＳＳで病気になったり、ケガをしたりした事例があるのでしょうか。

立花　それはあります。出血を伴ったケガはありませんが、一番多いのは風邪です。それから、おなかをこわすとか腰痛や筋肉痛、皮膚の湿疹など、私たちが日常的に経験することはＩＳＳ上でもあります。

――たとえば今回、若田宇宙飛行士が風邪をひいたりすると、地上の医師から指示することになるのですか。

立花　そうです。ＪＡＸＡの医師がヒューストンに常駐し、ミッションコントロールセンターから1週間に1度、メディカルカンファレンス（遠隔問診）をします。もちろん、途中で具合が悪くなれば特別にやりとりして、この薬を飲みなさいというような対処をします。

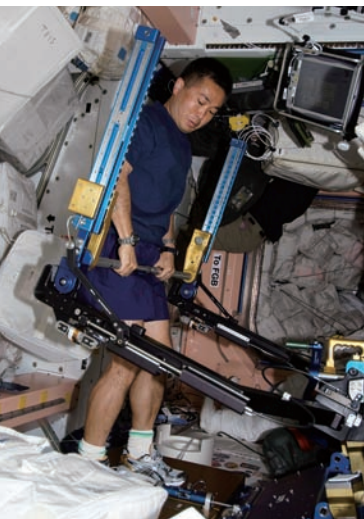
――宇宙飛行士といえども、長期間の滞在になると、精神心理面で不安定になったりすることがあるようですね。

立花　長期滞在中ずっとやる気を保つのは難しいんです。期間の半ばを過ぎたあたりに中だるみが来ることがよくあるようです。やる気も落ちて、もう帰りたいとか、飽きたとか思うようになる。そうした中でちょっと引きこもったり、いらいらしたり、鬱っぽくなった事例はあります。ＩＳＳ上の若田宇宙飛行士との2週間に1度の精神心理の問診は、筑波宇宙センターの医学運用室とＩＳＳをつないで行います。

――ＩＳＳでは日本食も食べられます。宇宙飛行士にとって、いろいろな料理を食べられるのは、ストレス解消の意味でもいいかもしれませんね。

立花　そうですね。今まではアメリカ製とロシア製の食事しかなかったところに宇宙日本食が加わりました。ＪＡＸＡが開発した宇宙日本食に刺激を受けてＥＳＡ（欧州宇宙機関）あたりもつくろうとしています。フランス料理やイタリア料理の宇宙食ができたら、それはまた楽しみですよね。

――栄養面で注意することはないのですか。

立花　宇宙ではビタミンＤやカルシウムなどが足りなくなりますが、1日のカロリーや取るべき栄養素は、メニューをつくる上で栄養士が管理しています。

2008年秋にSTS-126でISSに運ばれた改良型抵抗運動器でトレーニングする若田宇宙飛行士（NASA提供）

米口時間に合わせる睡眠シフト時は体調も崩れがち

――睡眠については何か注意することはあるでしょうか。

立花　睡眠はけっこう問題です。宇宙飛行士はグリニッジ標準時間で生活し、8時間しっかり睡眠を取るようになっていますが、しょっちゅう睡眠シフトが行われます。シャトルやソユーズ、プログレスのドッキング、あるいはＥＶＡ（船外活動）を行う場合には地上からの支援が必要なため、アメリカ時間に合わせたり、ロシア時間に合わせたりするからです。睡眠時間がシフトすると、体調も崩れがちですから、良質の睡眠を確保することは重要です。

――宇宙飛行士は睡眠時間をちゃんと取れているのでしょうか。

立花　基本的には取れています。週2回、土日の休みもありますし、寝不足になって忙しい時と、そうでない時があります。そのあたりはうまくコントロールしていると思います。

――若田宇宙飛行士の長期滞在中に、骨粗しょう症の薬剤の研究が行われますね。

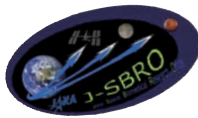
立花　はい。ビスフォスフォネートという骨粗しょう症の薬剤は、地上ではすでに老人の骨粗しょう症の治療に使われているのですが、健康な宇宙飛行士に使うのはこれが初めてです。ＩＳＳで毎日運動をすることで筋肉が衰えるのは何とか食い止められますが、骨の減少は運動だけではなかなかカバーできないのです。ですから、この薬が有効となれば、宇宙での骨の減少を予防する対策に使うことができるようになります。

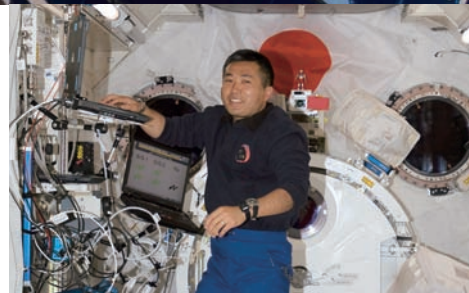
――最後に、今後の抱負を伺いたいと思います。

立花　若田宇宙飛行士の次には野口聡一宇宙飛行士の6か月の長期滞在、さらに古川聡宇宙飛行士の長期滞在と続きます。これから毎回チャレンジが続くと思いますが、ＮＡＳＡとのパイプを太くし、さらに他の国との協力体制もますます強くして、日本の宇宙でのプレゼンスを医学の面でも強めていきたいと思っています。

宇宙天気予報をもとに放射線環境をモニターする宇宙飛行士健康管理グループの矢部志津開発員（右）と立花グループ長（左）

月面や火星での
活動も視野に入れた

宇宙医学生物学研究室の取り組み

宇宙医学生物学研究室(J-SBRO)のシンボルマーク

(上)国際宇宙ステーションのハーモニー(第2結合部)で他の長期滞在クルーたちと記念撮影する若田光一宇宙飛行士(飛行6日目)
(下)船内実験室で「きぼう」ロボットアームの作業を行う若田宇宙飛行士(飛行4日目)

今から2年前の2007年4月、JAXAに「宇宙医学生物学研究室」が新設され、同年10月に向井千秋宇宙飛行士がその室長に就任しました。研究室の現在の主な活動は、国際宇宙ステーション(ISS)に長期滞在する宇宙飛行士の健康管理などが中心ですが、新たに加わった「月面開拓医学」など、将来は活動視野を広げていく可能性もあります。宇宙医学生物学研究室が現在、取り組んでいること、そして今後の活動について、向井千秋室長に話を聞きました。

人だけでなく、生物全体のライフサイエンスを研究

―まず、研究室をつくった経緯と目的をお聞かせください。

向井　この研究室がスタートしたのは、2007年4月です。ISSの完成が間近に迫っており、ここに長期滞在する日本人宇宙飛行士の健康管理技術を確実なものにする必要がありました。そのための研究を「きぼう」日本実験棟を使ってできるようになる状況を踏まえ、宇宙医学生物学研究室を立ち上げようということになりました。通常、「宇宙医学」と呼ばれる分野は病院でいうと臨床に近い、宇宙飛行士だけを対象とした研究になっていますが、この研究室では人だけを対象にするのでなく、その技術を確実にするために生き物全体のライフサイエンスを研究していこうと考え、研究室名に「生物」という言葉を加えました。

その理念は、研究室のシンボルマークが端的に表現しています。月、そして火星での有人活動を目標において、まずISSをテストベッドとして十二分に使い、また、宇宙での対照実験として地上での研究も推進します。そして、その成果は宇宙飛行士を支援するだけでなく、地球に住むわれわれに広く還元していくというのがコンセプトです。

―宇宙医学生物学研究室ではどのような研究を行っていきますか?

向井　ISSでの研究領域は5つです。宇宙飛行士の健康を管理するための「生理的対策」、「精神心理支援」、「放射線被曝管理」、「軌道上の遠隔医療システム」、そして「宇宙船内環境」です。宇宙船内環境では、通常はおとなしいバクテリアが病原性をもってしまったり、宇宙飛行士の身体が弱っている場合にいわゆる日和見感染が起こったりします。そうした宇宙での環境を調べることもテーマに入れています。ISSだけでなく、模擬環境として南極の基地利用も

始まりました。今後は、飛行機でのパラボリック・フライトの活用などもどんどん進めようと考えています。

―― ISSに長期滞在する若田宇宙飛行士のミッションで関係するものはありますか？

向井　日本から出ている研究は3つです。1つはホルター心電計。日本製の小型の心電計でこれを軌道上で検証することになっています。もちろん生体データも取ります。それから、放射線被爆を測るPADLESというフィルムバッジのようなものの検証。もう1つは、ビスフォスフォネートという骨粗しょう症の治療薬を予防的に使って骨が弱くならないようにする研究です。これはアメリカとの共同研究です。日本人宇宙飛行士だけを対象にしていると、研究対象者の数が増えませんから。

新たな研究領域「月面開拓医学」と火星

―― 従来の研究に加え、新たに「月面開拓医学」という研究領域も加わったと伺っています。

向井　まだ萌芽研究レベルなので細かくは話ができませんが、月面開拓医学を進める理由は、月面が6分の1Gの世界であるということです。ISSは0G、地球上が1Gですから、重力を可変のパラメーターとして研究することができます。

―― さらには火星の3分の1Gの世界につながりますね。

向井　つながります。そうやって調べていくと、重力でカバーされて見えていなかった生命現象が見えてくるのではないかと思っています。

宇宙医学生物学研究室で取り組む5つの研究領域

放射線被曝管理
- ●次世代型個人線量計に関する研究
- ●バイオドシメトリ（放射線被曝線量を推定する方法）に関する研究

生理的対策
- ●薬剤を用いた宇宙飛行中の骨量減少・尿路結石予防対策に関する研究
- ●微小重力による効果的な運動器具・トレーニング法に関する研究

軌道上の遠隔医療システム
- ●軌道上における簡易型生体機能モニター機器の研究
- ●自動診断機能のある搭載用医療機器の研究

精神心理支援
- ●長期閉鎖隔離環境滞在に対する精神心理的な適応の評価方法に関する研究
- ●多文化環境に対する多文化適応訓練の研究

宇宙船内環境
- ●船内空気環境汚染による健康障害に対する、モニタリングシステムの研究

有人宇宙環境利用ミッション本部
有人宇宙技術部 宇宙医学生物学研究室
向井千秋室長

―― 月面での具体的な研究テーマは、どういうものですか？

向井　たとえば、月面での歩行や姿勢制御を研究する運動生理学です。アポロの映像を見ていると、宇宙飛行士は歩いているというより跳ねている感じです。それが宇宙服のためなのか、それとも6分の1Gのために地上と同じ姿勢制御ができないのかは調べてみなければなりません。少し哲学的になりますが、地球上での歩行とはいったい何なのかを考えることにもつながると思います。それから月面の放射線ですが、月面での被曝を計測し、それが宇宙飛行士にどれぐらい影響を与えるかを調べるのは重要です。

もう1つ大事なのが、月面での遠隔医療システムです。月有人ミッションは国際協力になると思います。その時、日本はどういう分野で貢献できるかを考えると、遠隔医療技術は1つのカギになります。若田宇宙飛行士がもっていくホルター心電計も遠隔医療のための器材です。ハイビジョンカメラも診断などに使えます。そうした技術を組み合わせることによって、日本は月面での遠隔医療に貢献できます。いま私たちがターゲットとしているのは、免疫学的な診断方法です。重力がちがってくると検査の精度もちがってくる可能性もあるので、現在地上で使われている診断システムが6分の1Gで使えるかどうかを調べたいと思っています。

―― 月面の医学については、日本もアメリカもロシアも横一線に並んでいるという感じですね。

向井　0Gでの研究では、自前の有人輸送手段をもつアメリカやロシアにはかないませんが、月に行ったのはアポロ宇宙飛行士の12人しかいません。当時は冒険的要素が強く、ライフサイエンスの可変重力分野に的を絞れば、今は皆が同じスタートラインにいる。がんばればトップに出られる可能性があるんです。

予防医学を地球上へ還元する

―― 宇宙での研究が今度は地球に戻ってくる。つまり、宇宙での予防医学を地上で応用していくことについて、どのような見通しをもっていますか？

向井　可能性はすごくあると思います。宇宙飛行士を見ていて一番興味深いのは、元気な人が宇宙へ行くと病気のような状態になり、地上に戻ってくるとまた元気になることです。短期間で病気の発生から治るまでのプロセスを観察できます。そういう意味で、宇宙での研究は地上に還元できると思います。ビスフォスフォネートの研究なども興味深いですね。

アポロの時代はスピンオフといって、宇宙用につくったものから出てきた技術を地上で使うことを考えていたわけですが、私は、スピンオフと同時に、地上の既存の技術を宇宙に応用するスピンインも考えていきたい。日本では、たとえばユビキタスコンピューターの技術がものすごく発達しているので、遠隔医療用のマイクロチップなどを実現しやすい環境にあります。そういういいものはどんどん宇宙で使うべきだと思います。

―― 向井さんの過去2回のフライトは、宇宙医学生物学研究室の研究戦略を立てる上で役に立っていますか？

向井　はい、もちろんです。私のモットーは「仕事場は宇宙、Working in Space」。宇宙という環境を利用して、何ができるかということを長年にわたり考えてきました。今まで種をまいてきたものが、これからどんどん芽を出してくると思いますので、とても楽しみです。

2009年2月25日、JAXAの新しい宇宙飛行士候補者が決定しました。

大西卓哉（おおにしたくや）、油井亀美也（ゆいきみや）の2名です。2015年まで予定されている国際宇宙ステーション（ISS）の運用・利用に対応するため、昨年春から約1年かけて選抜作業を行ってきたもので、2人は、これから約2年間の候補者訓練を経て宇宙飛行士として認定された場合に、正式な宇宙飛行士となります。その後、ISS搭乗が決まると、さらに約2年間のミッション固有訓練を経て、最長で約6か月間、ISSに滞在し、「きぼう」日本実験棟を含むISSの操作・保守、さまざまな分野の宇宙実験ミッションを担当することになります。ここでは、宇宙飛行士候補に決まった心境と今後の抱負を聞きました。

国際宇宙ステーション運用の担い手をめざす JAXAの宇宙飛行士

「身が引き締まる思いでいっぱい」

——今の心境をお聞かせください。

大西　大西卓哉と申します。全日本空輸株式会社でボーイング767型機の副操縦士として乗務しております。今朝、選ばれたという連絡をいただきました。すぐには実感がわかず非常に驚いたのですが、今は身が引き締まる思いでいっぱいです。

油井　油井亀美也と申します。私は現在、防衛省の航空幕僚監部に勤めております。これから国民の皆さま方の協力を得ながら、皆さま方の期待を裏切らないように一生懸命頑張っていきたいと思っております。

——お2人は1000名近くの応募者の中から選ばれたわけですが。

大西　非常に優秀な方ばかりでしたので、自分が残る自信はありませんでした。今その方々を代表してここに座っていることを多少プレッシャーには感じています。ただ、そういった方々の思いを背負って、これから宇宙をめざしていければと考えています。

油井　1000人近くの方々の宇宙への関心の高さや熱い思いは、一緒に試験を受けていて非常に感じました。その中で私たちが選ばれたということで、その方々の思いは、これから私が責任感をもってやっていくための力になるだろうと思っています。

「いったんあきらめたけど、ずっと追い続けていた夢」

——宇宙飛行士を志したきっかけや、子どもの頃からの宇宙へのあこがれのようなものがありましたら、お話しください。

大西　宇宙に対するあこがれは幼い頃から抱いておりました。SF映画を見るのが好きでしたし、宇宙に関する図鑑なども読んでいたのを覚えております。ただ、宇宙飛行士になるというのは、漠然とした夢だったと申し上げるべきだと思います。選抜に臨む覚悟を決めたのは、今回の募集要項を実際に見てからになります。

ただ、募集要項には自然科学系の分野で3年以上の研究開発、もしくは運用の実務経験を有することという項目がありまして、私はそれを満たさないのではないかと当初は考えておりました。そのあと、Q&Aのコーナーでパイロットとしての経験は認められますかという質問があり、運用という意味で実務経験としますと回答が出ましたので、自分にもチャンスがあると考えて、応募しました。

油井　私は長野県の出身で、星が非常にきれいに見えるところで育ちました。子どもの頃から望遠鏡などで星をいつも見ていて、将来は天文学者か宇宙飛行士になれたらいいなと思っていました。防衛大学校に入学する時にその夢はいったんあきらめた形になりまして、自衛隊に入隊しました。ちょうどパイロットになった頃に『ライトスタッフ』という映画を見て、そこでまた夢を思い出しました。テストパイロットになれば、もしかしたらそういう機会がやってくるのではないかと思い、テストパイロットになりました。実際にはテストパイロットから宇宙に行くという仕組みは全然ありませんでしたし、そのような話もまったく

大西卓哉
（おおにし たくや、33歳、東京都出身）
1998年3月東京大学工学部航空宇宙工学科卒業、
同年4月全日本空輸株式会社入社、
2003年6月より同社運航本部に勤務。

候補者が決定

なかったのですが、今回募集の話を知り、応募しました。宇宙への夢は、いったんはあきらめましたけれども、ずっと追い続けていたのではないかと思っています。

「いつか自分も宇宙に行けたらと思っていた」

――現在のお仕事の経験を、今後に生かしていけるとお考えですか。

大西　これは私の主観が入っているかもしれませんが、パイロットと宇宙飛行士の適性はかなり近いのではないかと考えております。少ない人数のチームで仕事をする時の対人コミュニケーション能力ですとか、状況が刻々と変化していく中での状況判断能力、決断力などです。これまでの仕事で培ってきた経験は必ずこれからの訓練や、宇宙飛行士としての業務で生きてくるのではないかと思っております。

油井　私は職業柄、いろいろな方と協力しながら何かをやっていくのが得意だと思っています。技術者の方々とか、いろいろな国の方々と協力しながらプロジェクトを成功させるということについては、これまでの経験が生かせるのではないかと思っています。

――2人ともパイロットのご出身です。空の上から宇宙をどんな気持ちで眺めていたのですか。

大西　通常私の乗る航空機が飛ぶ高度はだいたい地上1万2000mぐらいが限界なのですが、そこまで行くと、夜に乗務していると星が非常にきれいに見えるんです。この選抜に挑戦し始めてからは、月が非常に明るく大きく見えておりました。いつか自分も行ってみたいなと、ずっとそういった思いで見ております。

油井　私もパイロットとして飛んでいるのですが、実際に飛べる高度は地上1万5000mぐらいまでで、やはり宇宙に行くのとはほど遠いわけです。普通に飛んでいる時は忙しすぎて、そこまで考えている余裕がないのですが、少し時間がある時は、きれいな空を見ながらも、そこに絶対的な何か目に見えない壁のようなものを感じていました。何とか宇宙に行けたらいいなというような思いは抱いていました。

「今、任されていることを全力でやる」

――お互いに相手をどんな人だと感じていますか。

大西　皆さんも感じておられると思いますが、油井さんは非常にハキハキした方です。存在感があると申しますか、選抜で最後に残った10人が集まった時も、自然とリーダーシップを取っていらっしゃったのが油井さんだったのではないかと考えています。私も見習いたいと思いましたし、強い影響を受けた方の1人です。

油井　大西さんはやはり航空パイロットをやっていたということもありまして、非常にいろいろなところに気がつく方です。温和で、さらに言うとパイロットとして素晴らしい資質だと思います。常に冷静沈着です。正しい判断をしてくれて、私がリーダーシップを取っている時はフォロアーシップをしますし、また自分でもリーダーシップを発揮できる。両方備えた素晴らしい人だなと思っています。これから長く一緒に活動していくことになると思うのですが、本当に信頼できるいい仲間だと思っています。

――座右の銘やモットーのようなものがありましたら、教えてください。

大西　私のモットーは、「今、任されていることを全力でやる」ということです。

油井　「人事を尽くして天命を待つ」ではないですけれども、いつもその場でやるべきことをすべてやれば、結果は後でついてくるだろうと考えています。その場その場で与えられた任務を一生懸命やるということをモットーにしております。

「宇宙大航海時代のパイオニアとして頑張りたい」

――宇宙開発の将来やISSについて、どのようにお考えですか。

大西　私は、宇宙開発は人類のこれからの発展に不可欠なものだと思います。今、世界的な規模で経済的危機や地球温暖化といった問題があって閉塞感が漂っていますけれども、こういった時代にこそ、宇宙開発を加速させていくべきではないかと考えています。ISSに関しては、人間がこれから宇宙へと進出していく非常に重要な国際共同作業ではないかと考えています。

油井　私は「もっと速く、もっと高く、もっと遠くへ」というのは人間の本能なのではないかと思っています。人類は活動の場をこれからもどんどん広げていかなければいけません。ISSは人類が月あるいは火星に行くための非常に重要なステップだと私は理解しております。後世の歴史家の方々が、今の時代を宇宙への大航海時代の始まりだったというようなことになれば、非常に素晴らしいことです。そう思いながら、パイオニアとして頑張っていきたいと感じているところです。

油井亀美也

（ゆい きみや、39歳、長野県出身）
1992年3月防衛大学校理工学専攻卒業、
同年4月防衛庁（現防衛省）航空自衛隊入隊、
2008年12月より防衛省航空幕僚監部。

かがやき

応募準備から打ち上げまで2年8か月、今思い起こせばあっという間でしたが、内容は非常に濃いものでした。衛星設計、製造、試験、安全審査、想定外の事象発生など、経験もなければ想像すらできなかった機会に恵まれ、大変濃密なノウハウが得られました。主ミッションである障がいをもった子どもたちとのふれあいは、子どもたちの夢を宇宙へ向けられたことはもちろんのこと、われわれも新たな宇宙観を得ることができました。感謝の気持ちでいっぱいです。(ソランほか)

STARS

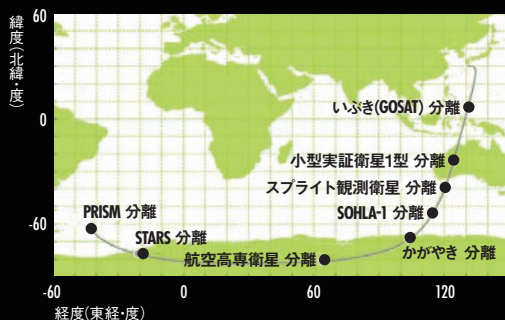
西日本初香川発の試みで、地域の関心・興味が大きいことを実感しました。宇宙開発が地域で可能であることを実証し、夢を抱いた小中高生は現実へとつなげてほしいと思います。また地域産業が宇宙利用へと拡大していくことを強く願っています。「テザー宇宙ロボット」という独創的な新規技術を宇宙実証する挑戦的なミッションも、小型衛星でなら可能であることから、この分野の研究・実証が今後とも発展していくことを期待しています。(香川大学)

スプライト観測衛星（SPRITE-SAT）

理学部と工学部が力を合わせて小型衛星を開発することで、また相乗り打ち上げという機会を利用させていただくことで、「短期間で的を絞った科学研究を推進できる」と考えます。宇宙への挑戦は常にリスクへの挑戦であり、そのすべてをクリアするのは簡単ではありません。しかし大学発の小型衛星は、最先端科学研究に新たな道を拓くものと信じています。夢の実現に向け、前進を続けます。(東北大学)

「いぶき」打ち上げロケットに“同乗”した、7機の小型衛星より

2009年1月23日、H-ⅡAロケット15号機で「いぶき」と共に7機の人工衛星が宇宙に旅立ちました。これらの衛星の開発・製作に携わった方々に、搭載の感想や次に続く皆さんへのエールをコメントとして寄せてもらいました。相乗りの小型副衛星公募は通年で行われています。つまり志を持つ皆さんに対し、宇宙への扉はいつも開かれているのです。この分野への挑戦は、衛星本来がめざすミッションにとどまらず、人材育成や教育、モチベーションアップなどさまざまな波及効果がもたらされます。みなさんの背中を宇宙に向けて押し出すきっかけとなれれば幸いです。

各衛星の分離位置

各衛星の製造元とミッション内容

●SOHLA-1「まいど1号」：東大阪宇宙開発協同組合、大阪府立大学、大阪大学、龍谷大学／雷観測をはじめ8実験
●スプライト観測衛星（SPRITE-SAT）：東北大学／スプライトと呼ばれる雷に伴う大気発光現象とガンマ線フラッシュの観測
●PRISM：東京大学中須賀研究室／屈折式、伸展式光学系を用いた高分解能の地球画像の撮影
●かがやき：ソラン、東海大学、ウェルリサーチ／子どもたちの夢を宇宙につなげる活動、宇宙技術実証、オーロラ電流観測ほか
●STARS：香川大学能見研究室／テザー宇宙ロボット技術実証実験
●航空高専衛星（KKS-1）：都立産業技術高等専門学校／マイクロスラスタ及び3軸姿勢制御機能の実証
●小型実証衛星1型（SDS-1）：JAXA宇宙実証研究共同センター／マルチモード統合トランスポンダ、SPACEWIREモジュール、先端マイクロプロセッサの軌道上実証・実験

航空高専衛星（KKS-1）

15～22歳という世界最年少クラスの衛星開発者たちがつくった衛星です。愛称は輝汐（KISEKI）。この衛星は若い学生がつくったというだけではなく、世界初実証の実験（火薬式の新型宇宙航行用エンジン）を行う研究的な衛星でもあるのですよ。「将来は惑星探査もさせてもらえたら……」それが学生たちと地域で支えてくださる皆さまの願いです。（都立産業技術高等専門学校）

PRISM

うとう来た、という感じでした。まさにこれから始まるんだ、という緊張、不安と期待に身体中が満たされました。衛星はつくることが目的ではなく、実際に運用してこそのものなので、今までの苦労の成果を存分に発揮してほしいと思います。（東京大学）

SOHLA-1（まいど１号）

開発当初から、試験、H-IIAロケット15号機による打ち上げ、運用に至るまで、JAXAの皆さまのご指導、特に橋本センター長はじめ宇宙実証研究共同センター皆さまのお力添えに感謝しています。衛星づくりは未知の体験でしたが、力不足の部分をご指導いただきここに至りました。私たち中小企業の町工場のおっちゃんたちでも夢を達成することができ、感謝の気持ちでいっぱいです。宇宙開発を少しでも身近に感じ、多くの人に関心をもっていただければ幸いです。（東大阪宇宙開発協同組合ほか）

小型実証衛星1型（SDS-1）

この衛星はJAXAで研究開発した新しい機器・部品を宇宙で実証することを目的に、若手職員主体でインハウスでまとめ上げました。“SDS”を今後、次世代の宇宙開発を支えるツールの1つとしてシリーズ化していきます。今回の打ち上げにあたって開発チームは、「まいど1号」はじめすべての小型副衛星に対して技術支援を行いました。種子島宇宙センターに無事勢ぞろいしてロケットに搭載できた折りには、感激しました。宇宙での働きが期待されます。（JAXA宇宙実証研究共同センター）

写真：分離直前の小型衛星を分離直後の「いぶき」のカメラが撮影。衛星アダプターの側面には、地球（画面の左側）も映り込んでいる。分離時の動画はJAXAウェブサイトの「いぶき打ち上げ特設サイト」（http://www.jaxa.jp/countdown/f15/）でご覧いただけます。

世界初！「きく8号」を用いた深海探査機の遠隔制御実験に成功

2008年11月、技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」を利用して、海洋研究開発機構（JAMSTEC）は「深海探査機の遠隔制御実験」を行った。「きく8号」の大型アンテナが、洋上に浮かぶ小さな実験船と地上の基地局・中継局とを結びつけ、大容量通信の可能性を見せてくれたのだ。この実験の実施に当たった、JAMSTEC海洋工学センターの吉田弘氏に話を聞いた。

海洋研究開発機構（JAMSTEC）海洋工学センター 先端技術研究プログラム 巡航探査機技術研究グループ サブリーダー
吉田弘氏

手前は今回の実験に使用した、ハイビジョンカメラ搭載の深海探査機「HDMROV」。空中重量100kg、全長1.4mと小型ながら1,000mまで潜航可能。

システムを一変させる「キーデバイス」

ある小さなデバイス（電子部品）の性能向上が、システム全体のデザインに大きく影響を与えることがある。いや、こう言い換えたほうが正確かもしれない。

「多数のモジュールやユニットが互いに関連しあうシステムのデザインを根本から覆し、〝仕事の質〟を大きく左右するデバイスが、時に存在する――」

たとえば深海探査における「撮像素子」がそれだ。探査とは極言すれば「見る」こと。光のない深海で「ものを見る」ためには、カメラとともに「ものを照らす」照明機材を持ち込む必要があった。そして探査機が消費する電力の中で照明用電力は大きな比率を占めていた。

ここで、より高感度な撮像素子を用いた、より暗いところも撮れるカメラが登場するとどうなるか？

ケーブルを用いて電力を探査機に供給する方式であれば、ケーブルにかかる送電の制約が小さくなり、より細いケーブルを使うことができるようになる。その分、母船にはより長いケーブルが搭載でき、より深い海の底への探査が可能となる。

またその電力がバッテリーでまかなわれているなら、同容量のバッテリーでより長時間の探査が可能となる。バッテリーが小さくなることを前提にシステムをデザインし直せば、より小型で機動性の高い探査機が実現するはずだ。

いずれにせよ、サイズにすれば爪の先ほどの撮像素子は、その性能向上によって、巨大で複雑な深海探査のシステムを一変させるパワーを秘めている。探査活動の質と量とを一気に高めるキーデバイスである、ということが言えるわけだ。

油壺湾と横須賀を衛星でリンク

2006年12月18日に打ち上げられた技術試験衛星「きく8号」では、衛星そのものの性能確認など「基本実験」に続き、防災訓練や教育部門などでさまざまな「利用実験」が行われてきた。それらの中でも、とりわけこの衛星ならではの強みを見せてくれたのが、昨年11月に海洋研究開発機構（JAMSTEC）の手で行われた「深海探査機の遠隔制御実験」である。

神奈川県三浦市の油壺湾に浮かぶ支援母船「臨海丸」。そのデッキに設置された通信設備を使い、光ファイバーで結ばれた小型深海探査機「HDMROV」からの海中映像を地上局に伝送、横須賀市の研究所でそのモニタリングを行う。と同時に、探査機の遠隔制御のコマンドを「きく8号」を介して「臨海丸」経由で「HDMROV」に送る、という実験だ。JAXAは情報通信研究機構（NICT）、ETS-Ⅷ利用実験実施協議会と共に協力した。

11月18～21日にかけて4日間行われた実験は、成功裡に終わり、関係者は「きく8号」の能力を、非常に大きなインパクトとともに受け止めた。静止軌道上にあるテニスコート大の大型アンテナのそのサイズが、深海探査というシステムを一変させるかもしれない……。そのような可能性をかいま見せてくれたのだ。

「未来につながる大きな可能性を感じた」

「理想とする形は、研究室にいながらにして、深海の様子をリアルタイムで見ながら、探査機の操縦も進む方向やマニピュレーターの操作もそこから指示することができる、というものです。今回の実験でそこにつながる大きな可能性を感じました」

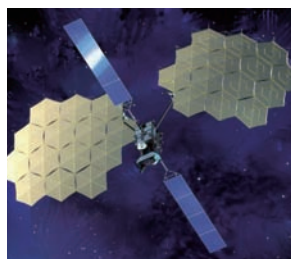
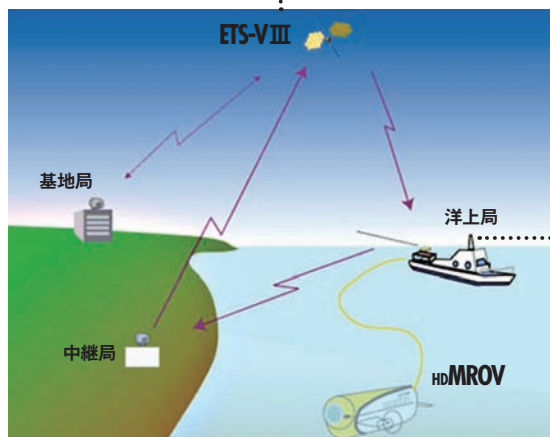
ＪＡＭＳＴＥＣで探査機の研究開発に携わる吉田弘氏は満足げに振り返る。

衛星を使って地上の支援設備と洋上の母船～深海の探査機をリンクする試みは、決して目新しいものではない。無人探査機の支援母船に衛星中継車を搭載し、小笠原海域から深海のハイビジョン映像を、商業通信衛星を経由してリアルタイムで日本科学未来館に届けたことがある（２００２年）。

「（深海映像の衛星モニタリングは）もちろんお金をかければできます。しかし、研究者が日常的に使える体制にはなっていません。今回の実験に用いた支援母船は、わずか17トンという小さい船です。プレスリリースにもこう書いていますよね。

〈これまでの静止衛星を利用した同様のシステムは、衛星通信装置の制約から、動揺の小さい大型の専用母船上での利用に限られていました〉

小さな船ほど波に揺られ動揺は大きくなります。そんな揺れる船の上からでも、静止衛星と安定した通信をすることができた。これは非常に大きなインパクトがある出来事です」

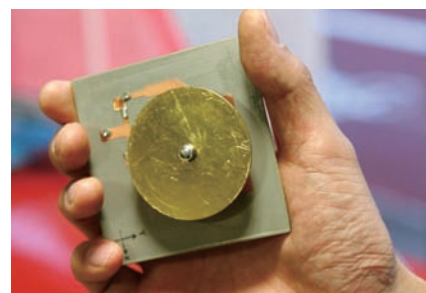
小さい母船と小さい探査機で探査が可能になるなら、場合によっては同時に複数海域での深海探査すら可能となる……。深海探査の機動力が一気に上がる、というのである。

右:軌道上の技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(イメージ図)
下左:制御コマンドの映像伝送は、地上の中継局を経由して行われた
下右:小型船上の通信装置。軽便な構成だ
(下左図と下右の写真提供:海洋研究開発機構)

「大きなアンテナ」の多大な効能

そもそも、静止衛星との通信は、本質的にその衛星の方角（方位角と仰角）をピタリと合わせていないといけない。衛星放送のアンテナを見てもわかるように、３万数千km彼方から届く電波を捕まえるためには、それなりの大きさのアンテナをそこそこ正確に衛星のほうに向ける必要がある。アンテナが大きいほどより微弱な電波をつかまえることができるが、大きくなるほど指向性も鋭くなる。つまりより正確に狙いを定めていないと通信が維持できなくなってしまう。

送信側の電波の出力を上げれば、受信アンテナのサイズは小さくてすむようになる。アンテナが小さくなれば多少アンテナの向きがちがっても通信は維持されるようになる。

そして送信側の「アンテナを大きくする」ことは、電波の出力を上げるのと等価に働く。送信側のアンテナを巨大にすれば、受信アンテナは驚くほど小さくでき、指向性の制約もあまり問題にならなくなるわけである。

「本格的な実験を始める前、まず試しにと、このアンテナ（写真下段右）を手にもって、それらしい方向に向けてみたんです。そしたらちゃんと衛星の電波を捕まえることができた。本当に驚きました」

宇宙に巨大なアンテナがあったからこそ、波に揺られる小型船の船上からでも、ごく小さなアンテナで静止衛星との通信が安定して行えた……。まさに「きく8号」ならではの強みを発揮できた実験であったわけだ。

てのひらに収まるサイズのアンテナでも、静止衛星と通信リンクが確立

ローコスト運航が、深海探査を一変

ＪＡＭＳＴＥＣの有人潜水調査船「しんかい６５００」は、現存する最深潜水可能な有人船。このほかにも1万m級、３０００m級の無人探査機や、自律航行する探査機を開発・運用し、生物、地質、環境系の研究者に研究機会を提供している。

「研究の現場では、経験豊富な研究者がその場にいるといないとでは、大ちがい。探査機を運用するぼくらが見てどれだけ珍しくても、生物の研究者にとって珍しくも何ともないものもあるし、その逆のケースだってあります。また映像の精細さも死活的に重要です。海中生物の1本1本の触肢の数や生え方、体を透かして見える胃袋の内容物などの情報は、プランクトンネットで採集した途端に破壊され消えてしまう。美しい姿をありのまま見て、できるなら他にどんな生物のいる環境に棲んでいるかを知りたい……。だから研究者は有人船に乗りたいし、船上から探査船を操縦したい。探査機の映像を見ながら『これこれ、コレ追って！』と指示が出せるかどうか、その画像をリアルタイムでどれだけの専門家が見られるかということは、生物系に限らず、研究の進展を大きく左右することになるのです」

小さな母船と探査機＝ローコストの運用システムで、海中の映像をリアルタイムで好きな場所に伝送し、探査機を制御することができれば、状況は一変する。

実験成功を伝えるＪＡＭＳＴＥＣのプレスリリースは、こう締めくくられている。

〈研究室からの探査機のリアルタイム遠隔制御が可能となれば、これまで限られた人数の研究者しか得られなかった深海調査の機会が格段に増えることとなります。

このシステムを積極的に用いることで、地球温暖化の調査や海溝型地震調査、生物多様性調査など緊急性の高い調査の速度を格段に向上できることが期待でき、研究効率の向上やコスト削減、危険海域での調査についても貢献できるものと考えております〉

深海探査システムに革命的変化をもたらすキーデバイスとなった静止軌道上の巨大アンテナ。このアンテナがその強みを発揮できる「仕事」は、もっともっとあるはずだ。

来型航空機システム」

航空プログラムグループ
無人機・未来型航空機チーム長
佐々修一

2008年の四川大地震はもとより、国内でも数年前の新潟県中越地震などを例にとるまでもなく、近年の頻発する地震災害は、防災への意識が飛躍的に高まる契機となっています。JAXAは、そうした防災技術の1つとして、無人航空機を使用して災害発生時にいち早く現地の被災状況を空撮する「災害監視無人機システム」の開発を行っています。またその他にも、将来の航空輸送を考えた、環境適合性が高く、利便性や安全性にも配慮した新しい航空機のコンセプト（未来型航空機システム技術）の研究も進めています。こうした新しい取り組みの現状について、航空プログラムグループ 無人機・未来型航空機チームの佐々修一チーム長に聞きました。

災害発生の機動的運用で全体の被災情報を収集し重点地域を選択
被災情報全体の分析により重点地域の詳細情報を収集
予め設定した区域全体の被災情報を撮影
自律制御飛行
定点滞空監視
遠隔操縦
遠隔操作
時速90km
高度300m
スイープ飛行により6km四方を監視
無線中継
災害発生後直ちに発進
自動回収
自動発進
地上分解能30cm以上
自動回収

特徴が異なる小型固定翼無人機と小型無人飛行船を組み合わせた「災害監視無人機システム」

無人機と無人飛行船、運用システムで構成される

私たちの無人機・未来型航空機チームでは、災害監視無人機システムと、未来型航空機システム技術の研究を進めています。

このうち「災害監視無人機システム」は、防災や災害監視などに無人機を活用する構想で、小型固定翼無人機と小型無人飛行船及び、それらを運用するシステムで構成されています。地震や火災などが発生した場合に、まず小型固定翼無人機を飛ばして被災場所の災害情報を収集し、続いてその情報に基づいた詳細な被災現場の様子を小型無人飛行船によって監視することを目標にしています。

ちょうど私たちのチームがスタートした頃に中越地震などがあって災害監視の要望が高まっていたこともあり、無人機技術を災害監視に応用できないかという検討が始まったのです。現在、要素技術の開発、そして試作機の開発と飛行実証テストを行っています。今後、要素技術を確立してプロトタイプの開発を行い、2011年度中には試験運用を開始したいと考えています。

固定翼無人機の試作機

小型無人機で、災害状況をすばやく確認

現在、開発されている小型固定翼無人機は、全長およそ2m、最大重量が4kgです。動力は電気で、バッテリーにより1時間程度の飛行が可能です。動力に電気駆動を選択した理由は、特別な訓練を受けた人間でなくても扱いやすいことです。

災害発生後数分以内にカタパルトで発進し、その後あらかじめ設定されたコースに従って飛行し、搭載したカメラで被災状況を撮影、帰投時には撮影したカメラのデータを回収、という運用手順が考えられています。被災現場上空に防災消防ヘリコプターが飛来するのに比べ、すばやく、しかも安価に情報収集が可能になります。

また、小型固定翼無人機は人家、あるいは人口密集地の上空を飛行する可能性もあるため、万が一、無人機が制御を失うようなトラブルが発生した場合も想定して、十分な安全対策を施す研究を行っています。たとえば墜落で人の頭部に衝突する場合を想定した数値解析を行い、たとえ衝突しても重大な損傷を与えない範囲に滑空速度を押さえるような設計や、機体の先端に衝突時の衝撃を軽減するよう

2009年1月に静岡県の富士川で行った確認飛行

無人機・未来型航空機チームが取り組む

「災害監視無人機システム」と「未

小型無人飛行船の基礎飛行試験（北海道・大樹町）

な工夫を施す研究も行っています。

人が搭乗できないような小型無人機は、現在のところ、安全を規定する法規は存在しないといってよく、まだ法規制が追いついていない状態ですが、その安全基準の標準化も私たちの目標です。無人機・未来型航空機チームはＦＡＡ（米国連邦航空局）の基準策定の情報を収集し、意見を交換しているほか、ＪＡＸＡにおける有人地帯用安全基準の骨子作成にも着手しています。安全基準が確立されれば、小型無人機の利用拡大にもつながることでしょう。

小型無人飛行船は、長期的な定点観測が目的

一方、小型無人飛行船は、長時間の定点観測によって被災情報を収集することを目的としています。試作機は全長14ｍですが、最終的には全長10ｍ前後で5時間程度の連続滞空が可能なものをめざしています。この設計においては、ＪＡＸＡが以前行った成層圏プラットフォームの研究開発で培ってきた飛行船設計技術が活かされています。

小型無人飛行船は、自律飛行のほか、地上からの無線誘導によって遠隔操作できるように研究しています。搭載されたカメラで撮影された動作映像は、30㎞程度離れた地点まで伝送が可能です。また飛行船は、ヘリウムガスの充填から飛行可能になるまでにかなりの時間がかかります。そこで、だれでも簡単に30分以内で飛び立てるような工夫を施した、専用の地上運用台車を開発しています。

小型無人飛行船は、長時間の滞空が可能で、騒音も小さく、また火災現場で問題となるダウンウォッシュ（ヘリコプターの回転翼で発生する下向きの風）も発生しません。このような特長を生かせば、災害発生時の監視システムとして非常に優れたものができると思います。

また、災害監視以外の利用方法として、環境観測分野での森林、農地、植生などの自然観測、警察業務分野での沿岸監視、密猟者監視、交通事故や交通渋滞の状況監視、といった応用例が考えられます。応用範囲を広げることで、地方自治体単位での災害監視無人機システムの導入・運用が容易となり、防災や災害発生時の避難誘導、救助などに活躍する可能性が出てきます。

電動推進による未来型航空機の技術

無人機・未来型航空機チームのもう1つの取り組みが、「未来型航空機システム技術」です。将来の民間航空輸送の形態として、従来の大量輸送に対して、ドアツードアをめざした飛躍的に自由度の高い新しい航空輸送システムを提案しています。ＪＡＸＡでは、こうした航空輸送の将来を考え、環境適合性、利便性、安全性を備えた新しい航空機のコンセプトを提案していますが、特に環境適合性に対応するのが「脱化石燃料化技術の獲得」です。

これは、現在航空機用エンジンとして使われている内燃機関を電動モーターに代替し、化石燃料に頼らない航空機技術の確立をめざしているのです。また機体は高い利便性を有するＶ／ＳＴＯＬ（垂直／短距離離着陸）機を考えています。

化石燃料と現在のバッテリーではエネルギー効率が異なりますから、まず電動推進系の総合的な効率を向上させるところから始めなければなりません。そのための新しい電動モーターの開発にも着手しています。

具体的な目標としては、2〜3年後をメドに、電動推進技術を実証する「電動ウルトラライトプレーン」の飛行をめざすところから始めていきたいですね。（談）

V/STOL模型機

電動推進系技術（脱化石燃料化技術、上が航空機用電動モータ、下が電動推進システム）

月周回衛星「かぐや」のレーザ高度計が取得した

月の全球地形図

月表面の詳細な地形がより明らかにされた

アメリカの科学誌『サイエンス』の2009年2月13日号（「かぐや」特別編集号）に、「かぐや」のデータによる4編の論文が掲載されました。そのうちの1つが「レーザ高度計（LALT）によって得られた月の全球形状及び極域地形図」です。

レーザ高度計による月の全球地形図は、すでに08年4月に公開され、本誌20号でも紹介しましたが、本論文に掲載されている全球地図は、分解能0・5度以上というより詳細なものです。

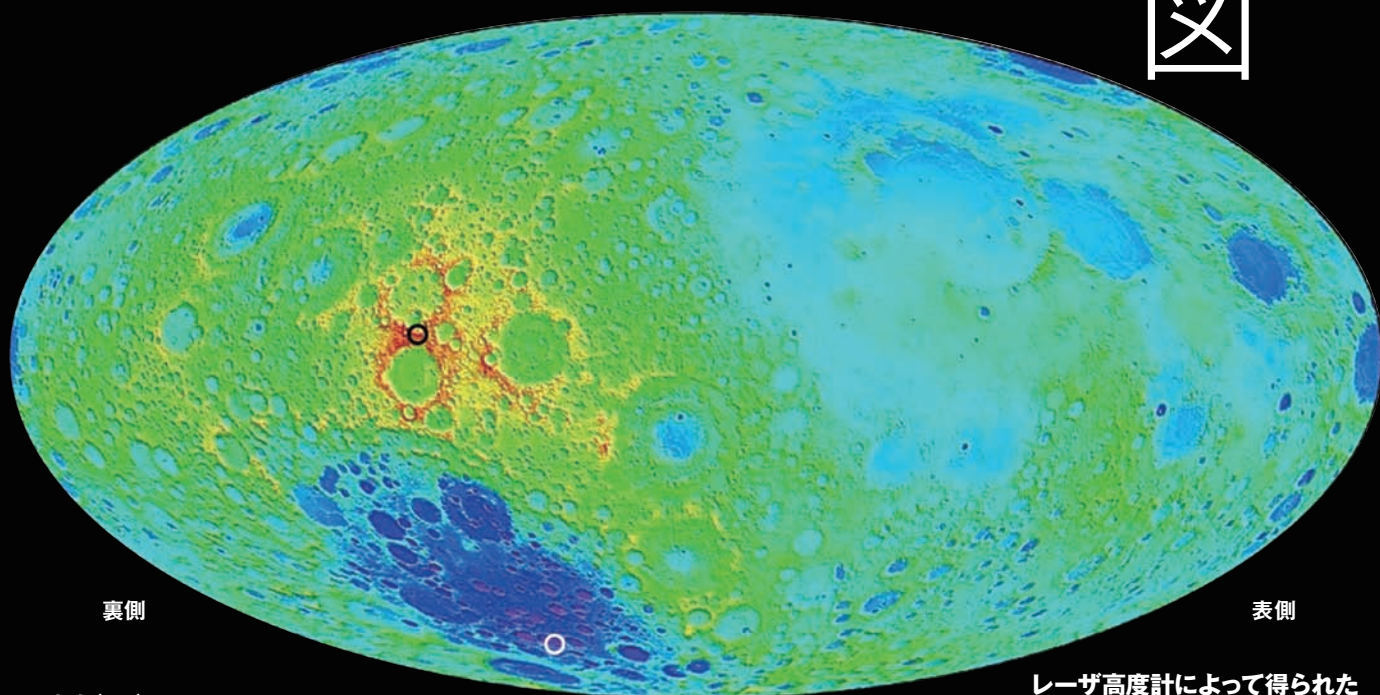
高さの誤差は数百m程度で、月の表面の高低の様子が、これまで以上によくわかるようになりました。また、最高地点と最低地点も明らかになりました。月面で最も高い場所は月の裏側の、ディリクレ-ジャクソン盆地の南端（画像の黒丸の部分）で、月の平均半径より10・75km高くなっています。月面で最も低い場所は、裏側の南極-エイトケン盆地とよばれる巨大な低地にあるアントニアディ・クレーターの中（画像の白丸の部分）にあり、月の平均半径より9・06km低くなっています。両者の高度差は19・81kmもあります。

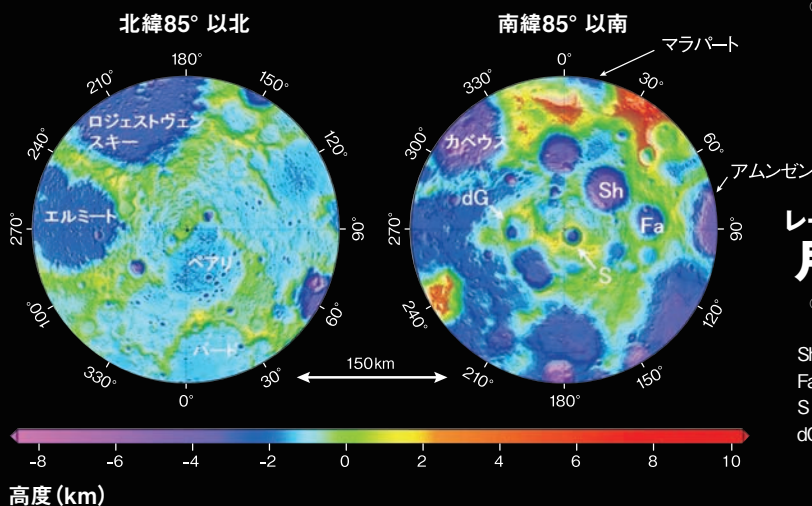
この論文では、レーザ高度計のデータによって世界で初めて作成された北極・南極の精密かつ全域の地形図も掲載されています。この地形図は、将来の月探査における着陸や基地の候補地探索に重要な役割を果たすものと期待されます。

『サイエンス』の「かぐや」特別編集号に掲載された他の3編の論文は、「月レーダサウンダーによる月の表側の海の部分の地下構造探査」「リレー衛星『おきな』を用いた4ウェイドップラ観測による月の裏側の重力場」「地形カメラによる月の裏側のマグマ噴出活動の長期継続」です。

裏側　表側

高度（km）

-9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

レーザ高度計によって得られた
月の全球形状

（ハンメル等積投影図法による月の地形図。高度基準は重心原点の半径1737.4kmの球面）

レーザ高度計によって得られた
月の極域地形図

Sh：シューメーカー
Fa：ファウスティーニ
S　：シャックルトン
dG：デ・ヘルラテ

宇宙広報レポート

世界の夜空を楽しむ 星座カメラネットワーク i-CAN

日本時間の2009年3月16日8時43分、日本人初の長期滞在となる若田宇宙飛行士を乗せたスペースシャトルが、国際宇宙ステーションに向かいました。私はこの様子を相模原キャンパスのパブリックビューイング会場で見守っていましたが、同じ頃、このスペースシャトルの航跡を少し離れたところからとらえていたカメラがありました。それが、ケネディ宇宙センターから150kmほどのところにあるローズマリーヒル天文台に設置された星座カメラです。今回は世界中に広がるこの星座カメラネットワーク「i-CAN」についてご紹介します。

星空学習の助っ人登場

今の日本人の大多数にとっては、学校で宇宙や天体のことを学ぶのは小学校4年生から中学校までのとても短い期間です。その天体の学習のかなりの時間は天体の動き（つまり地球の自転）や星座の学習に割かれています。

もっと遠くの宇宙のことや、宇宙の始まり、ダークエネルギーとダークマター、ブラックホールや生命探査など、面白いテーマが教育現場の教材として取り上げられてこなかったのはとても残念ですが、それはさておき、星空を観察するには夜になるのを待たねばならず、街の明かりの問題（いわゆる「光害」）だけでなく、天候や月の状況にも左右されるという困難がありました。これを解決するために私たちが導入したのが星座カメラネットワークの「i-CAN」です。

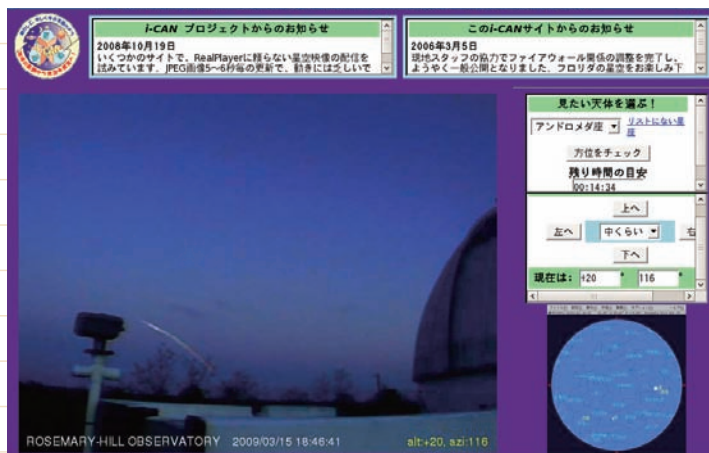
この星座カメラは、ひと言でいうと高感度ウェブカメラで、私たちの目の代わりに、世界中の星空をとらえ、リアルタイムでインターネットに流してくれます。インターネット天文台のネットワークは既にありますが、星空を見るには大げさすぎますし、視野が狭すぎて星の並びや動きが観察できなくなります。パンとチルト（上下左右の首振り機能）を備えた高感度・広視野カメラがアクリルドームに収められたような安価なセットをたくさん設置する方が適切です。

①星座を視認しやすい適度な視野、②星の色がわかるカラーカメラ、③自ら操作できるインタラクティブ性、が特長です。“Interactive Camera Network”を縮めて「i-CAN」。自分で操作できますよという意味も込めてあります。

現在、PLANET-C計画に加わっている宇宙科学研究本部の佐藤毅彦教授がかつて熊本大学教育学部にいた時に、日本科学技術振興財団などの共同研究者と始めたプロジェクトで、私も以前国立天文台でチリのALMA計画に携わっていた際に、チリのカメラの担当者としてメンバーに加えてもらったものです。

国際宇宙ステーションも見える

現在このカメラは、日本（熊本）、アメリカの4か所（ウィスコンシン、フロリダ、ニューメキシコ、ハワイ）、チリ、スペインの2か所の、合計8か所に設置され、運用されています。設置サイトは、日本が昼の時間に夜であること、インフラと維持管理に不安のないことなどを考慮して、さまざまな緯度・経度をカバーするように選定されました。組み合わせて使うことで、緯度や経度による星の見え方の違いを学んだり、普段見ることのできない星空を楽しむこともできます。

このカメラ、実は国際宇宙ステーションも見ることができます。JAXAの「ISSを見よう」サイト（http://kibo.tksc.jaxa.jp/）と連動しており、いつどの方向に見えるかが予報されています。自宅で、そしてパソコン上で、完成に近づく国際宇宙ステーションの軌跡をぜひご覧ください。

星座カメラ「i-CAN」プロジェクトのウェブサイト http://rika.educ.kumamoto-u.ac.jp/i-CAN/

ニューメキシコのカメラがとらえた国際宇宙ステーション（中央右よりの軌跡）

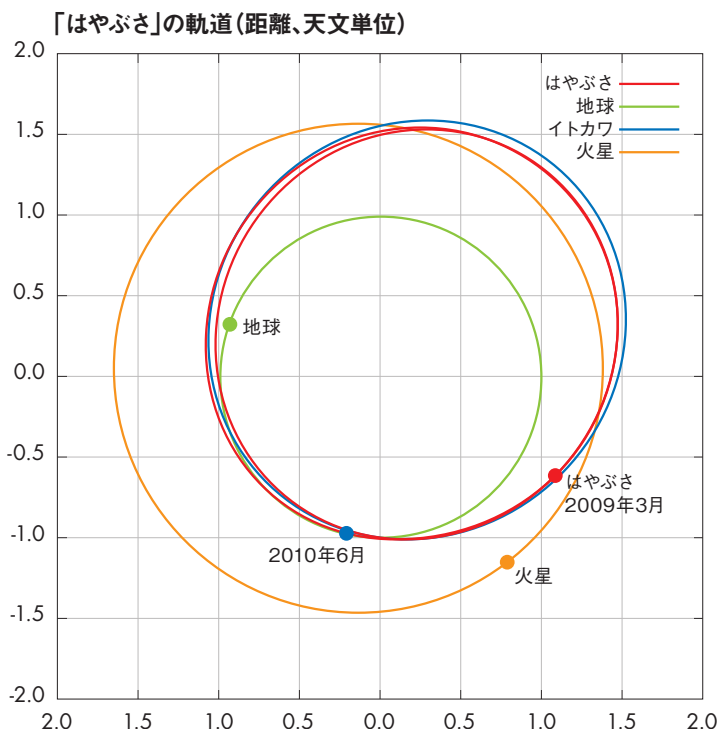
チリのALMA山麓施設屋上への「i-CAN」設置作業（2005年12月）

阪本成一
Seiichi Sakamoto

宇宙科学研究本部対外協力室教授。専門は電波天文学、星間物理学。宇宙科学を中心とした広報普及活動をはじめ、ロケット射場周辺漁民との対話や国際協力など「たいがいのこと」に挑戦中。

写真はチリの「i-CAN」を調整中に日本からキャプチャされてしまった画像

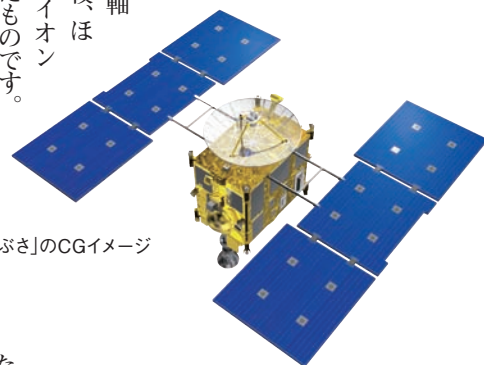
最　前　線

INFORMATION 1

はやぶさが来年6月の帰還に向け、イオンエンジンを再点火

JAXAは2009年2月4日、来年6月の地球帰還に向けて運用中の小惑星探査機「はやぶさ」のイオンエンジンを再点火し、動力飛行を再開しました。

小惑星イトカワの軌道を離脱した「はやぶさ」はこれまで、2007年10月にイオンエンジンを停止し、地球帰還へ向けた第1期軌道変換を完了。以後、スピン姿勢で慣性飛行を続けてきましたが、このほど、リアクションホイールを駆動させ、三軸姿勢制御を確立した後、ほぼ1年4か月ぶりにイオンエンジンを再点火したものです。

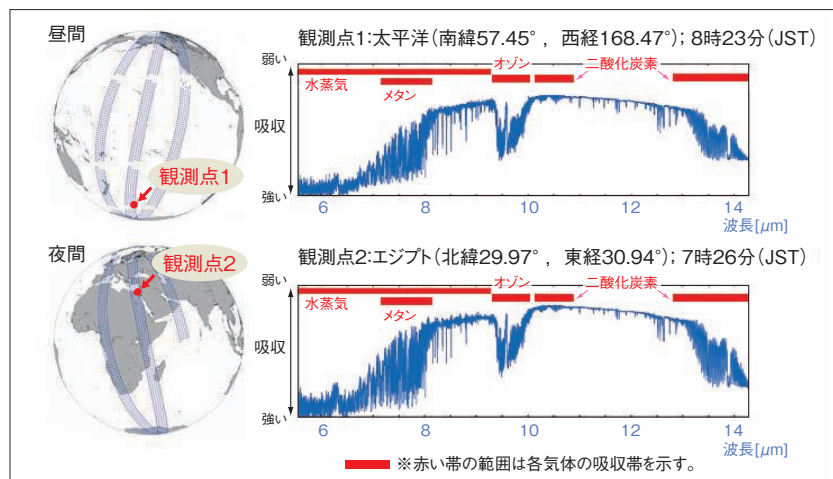
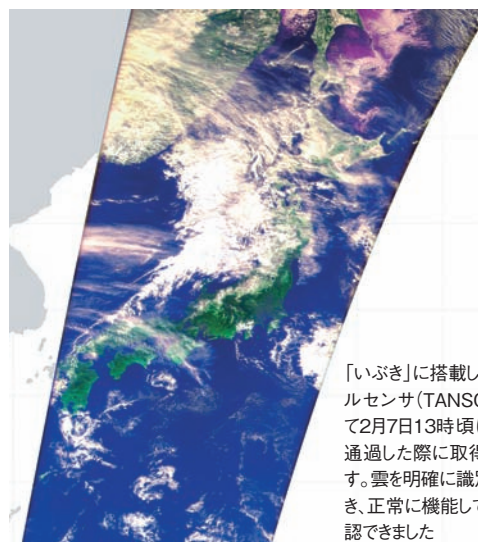
今後は、4~6月頃まで「はやぶさ」の軌道を地球軌道により精密に近づける軌道誘導を行い、来年6月にカプセルを大気圏に突入させて、オーストラリアのウーメラ砂漠に着地させる計画です。

「はやぶさ」の軌道（距離、天文単位）

「はやぶさ」のCGイメージ

INFORMATION 2

「いぶき」搭載センサが熱赤外域の初観測データを取得

2009年1月23日に打ち上げられた温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」は、計画どおり衛星各部の初期機能確認を進めており、衛星の状態は正常です。初期機能確認の一環として、検出器を冷却する冷却機の機能確認が終了し、バンド4の機能確認を行いました。この機能確認の中で、「いぶき」搭載の温室効果ガス観測センサ（TANSO-FTS）の熱赤外域の初観測データを取得しました。2月7日に取得した短波長赤外（バンド1～3）の初観測データに続き、今回、熱赤外（バンド4）の観測データを取得したことで、「いぶき」は、TANSO-FTSのすべての観測帯域で観測データの取得を確認しました。

今後も引き続き初期機能確認（打ち上げ後3か月間）を行った後、JAXA、国立環境研究所及び環境省は共同で、地上観測データとの比較などによるデータの精度確認や、データ補正等を行う初期校正検証作業を実施する予定です。

3月12日7時30分頃及び8時20分頃（いずれも日本時間）に各々太平洋上南部およびアフリカを通過した際に「いぶき」搭載のTANSO-FTSの熱赤外のバンドで観測したデータ

「いぶき」に搭載した雲・エアロゾルセンサ（TANSO-CAI）によって2月7日13時頃に日本上空を通過した際に取得したデータです。雲を明確に識別することができ、正常に機能していることが確認できました

INFORMATION 3

来日したクリントン国務長官を向井・山崎宇宙飛行士が羽田に出迎え

向井千秋、山崎直子の両宇宙飛行士は2009年2月16日夜、就任後初の外国訪問で日本に到着したアメリカのヒラリー・クリントン国務長官を、羽田空港（東京・大田区）で出迎えました。クリントン国務長官は、同空港の貴賓室で行われた歓迎式典で「2人の宇宙飛行士は科学分野における継続的な両国の協力を示す証」とした上で、自分もかつては「宇宙飛行士になりたかった」とスピーチしました。

クリントン国務長官を出迎える向井千秋、山崎直子の2人の宇宙飛行士（写真提供・米国国務省）

INFORMATION 4

CAMUI型ハイブリッドロケットを利用した

エジェクタ飛行実験を実施

JAXAは、将来の宇宙輸送用エンジンの性能向上を目的としたロケット複合エンジンの研究の一環として、北海道大学とエジェクタロケットの共同研究を進めています。その1つとして2009年3月16日、北海道広尾郡大樹町でエジェクタロケット小型研究用モデルの亜音速飛行実験を実施しました。

実験の目的は、エジェクタロケット性能にもっとも影響の大きい、ロケット噴流による空気吸い込み効果（エジェクタ効果）データの取得です。実験は、地上では取得困難なマッハ0．4付近の、ロケットの高温ガスによるエジェクタ効果を明らかにする点で前例がなく、エジェクタロケット設計手法の確立に非常に重要なものとなります。

これまでは、角田宇宙センターなどの地上試験設備を用いて、静止状態や超音速状態でのデータ取得を進めてきましたが、今回は、地上では取得困難な亜音速でのデータを、CAMUIロケットを利用することで効率的・効果的に取得しようとしたもので、実験の実施を、NPO法人北海道宇宙科学技術創成センター（HASTIC）に委託して行いました。

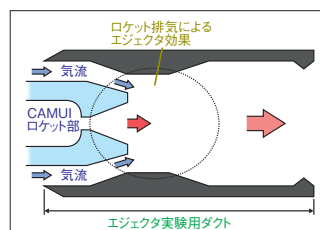
今後は、取得した実験データを解析し、エジェクタ設計手法の向上を図ります。

エジェクタロケットのしくみ

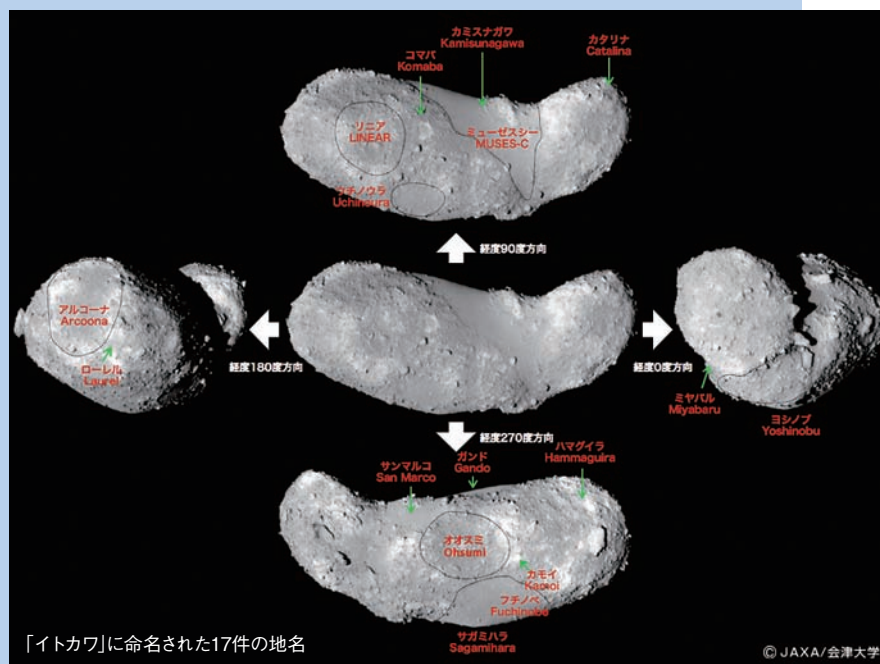
ロケット排気によるエジェクタ効果
気流
CAMUIロケット部
気流
エジェクタ実験用ダクト

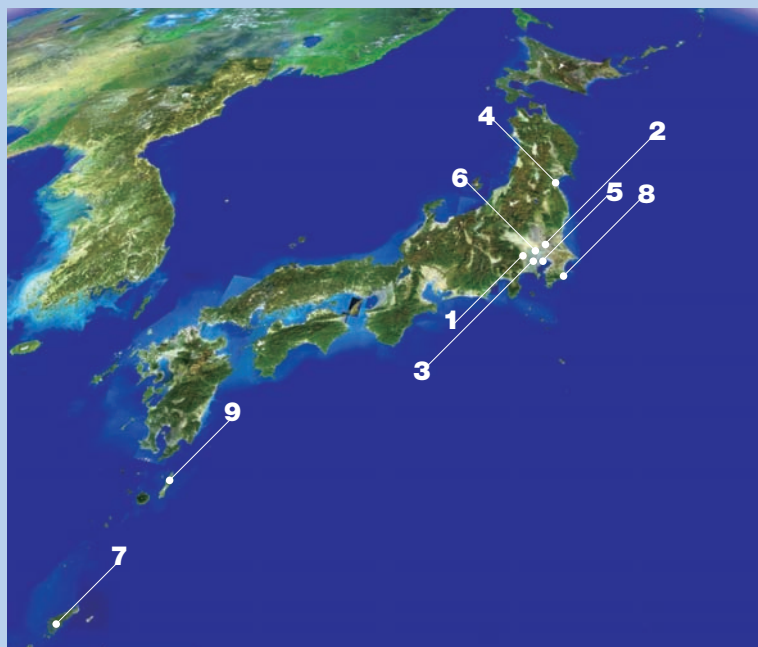
発射台に載せられたCAMUI型ロケット

©JAXA・北海道大学

JAXA's 025 宇宙航空研究開発機構機関誌

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー
2009年3月31日発行

小惑星「イトカワ」に付けられた地名が国際天文学連合（IAU）で正式承認

小惑星探査機「はやぶさ」が科学観測を行った小惑星「イトカワ」の表面の地名（クレーター10件と地域4件の計14件）が2009年2月19日、国際天文学連合（IAU）から承認され、地名として公式に用いることができるようになりました。命名に当たっては、IAUの命名委員会と議論を重ね、提案したものは最終的にすべて承認されました。これで「イトカワ」の地名は、すでに承認済みの3件の地名と合わせて全17件となります。日本の地名が、これだけたくさん小惑星の表面に付けられたのは初めてのことです。

「イトカワ」に命名された17件の地名

JAXA各事業所が科学技術週間に合わせて一般公開

※背景の地図画像は、「だいち」の観測画像などを加工したものです。

毎年4月18日の「発明の日」を含む1週間は「科学技術週間」です。JAXAもこれに合わせて各事業所で施設の公開やいろいろなイベントを実施しますので、ぜひご参加ください。一般公開の詳細については、JAXA広報部、または各事業所へお問い合わせください。（http://www.jaxa.jp/visit/）

●4月11日（土）
1 相模原キャンパス
（施設公開ではなく、東京・新宿の新宿明治安田生命ホールにて14:00〜17:30「第28回宇宙科学講演と映画の会」を開催）

●4月18日（土）
2 筑波宇宙センター 10:00〜16:00

●4月19日（日）
3 調布航空宇宙センター 10:00〜16:00
4 角田宇宙センター 10:00〜15:30

●4月26日（日）
5 JAXAi「春のキッズデー2009」10:00〜17:00

●5月16日（土）
6 地球観測センター 10:00〜16:00

●5月23日（土）
7 沖縄宇宙通信所 10:00〜17:00

●5月30日（土）
8 勝浦宇宙通信所 10:00〜16:00

●5月31日（日）
9 増田宇宙通信所 10:00〜16:00

広報部　〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング2階
TEL:03-6266-6400　FAX:03-6266-6910

JAXAウェブサイト　http://www.jaxa.jp/
メールサービス　http://www.jaxa.jp/pr/mail/